蝶と蛾 *Trans. lepid. Soc. Japan* **49** (1): 65-72, February 1998

岩手県産フタスジチョウの亜種帰属について

福田　晴男[1)]・美ノ谷憲久[2)]・岩野　秀俊[3)]

[1)]409-0121　山梨県北都留郡上野原町コモアしおつ 1-27-5
[2)]254-0814　神奈川県平塚市龍城ヶ丘 2-33-107
[3)]252-8510　神奈川県藤沢市亀井野 1866　日本大学生物資源科学部

Restoration of *Neptis rivularis shirozui* Okano (Lepidoptera, Nymphalidae), a good subspecies for the Iwate Prefecture population

Haruo FUKUDA[1)], Norihisa MINOTANI[2)] and Hidetoshi IWANO[3)]

[1)]1-27-5, Commore Shiotsu, Uenohara-machi, Kitatsuru-gun, Yamanashi, 409-0121 Japan
[2)]2-33-107, Rhuhjohgaoka, Hiratsuka-city, Kanagawa, 254-0814 Japan
[3)]College of Bioresource Sciences, Nihon University, 1866 Kameino, Fujisawa-city, Kanagawa, 252-8510 Japan

Abstract　The population of *Neptis rivularis* inhabiting Iwate Prefecture represents an independent subspecies, *shirozui* Okano, different from that of Hokkaido.

Key words　Nymphalidae, *Neptis rivularis*, subspecies, taxonomy.

緒　言

Okano (1954) は，帰属が不明であった岩手県産フタスジチョウを，北海道亜種 (ssp. *aino* Shirôzu, 1952, 模式産地：札幌市郊外琴似)，本州中部亜種 (ssp. *insularum* Fruhstorfer, 1907, 模式産地："本土") のいずれからも区別し，ssp. *shirozui* Okano (岩手亜種，模式産地：岩手県石切所村) として記載した．その後，藤岡 (1975, 1981) は，本種の後翅白帯が南千島と北海道東部で最も広く，北海道南部では白帯の細い個体も混じるが，その産地の連続性，変異の連続性から札幌，函館を含めた北海道全域の個体群は，国後島から記載された南千島亜種 (ssp. *bergmani* Bryk, 1942) に包含されるものとして，ssp. *aino* と ssp. *bergmani* を区分しない考えを示した．さらに，藤岡 (前出) は，岩手県産が北海道函館周辺産成虫の斑紋と完全に一致するとして，ssp. *shirozui* も ssp. *bergmani* に含めた．川副・若林 (1976) も藤岡 (前出) の考えを妥当とした．一方，福田ほか (1983) は，岩手亜種が北海道亜種 (または南千島亜種) と本州中部亜種との中間的なものとして，その存在を認めた．猪又・三浦 (1983) は，岩手県産は総合的には北海道産と同一視してよい個体群であるとして藤岡 (前出) の考えを支持した．しかし，北海道および岩手県における本種の詳細な分布を明らかにしてきた過程 (福田・美ノ谷, 1985, 1988) の中で，北海道産の本種がクライン的移行を示さないことや，岩手県産の成虫斑紋が非常に安定していることから，岩手亜種を北海道亜種 (または南千島亜種) と同一視するという考え方に疑問を感じた．

そこで，筆者らは成虫斑紋の定量分析，電気泳動によるタンパク質分画の定性分析，雄交尾器の定性分析，生態調査を試みることで，岩手県ならびに北海道産の本種を比較検討した．その結果，岩手亜種の帰属が明らかになったので報告する．本研究の要旨は，1994 年 9 月，日本鱗翅学会第 41 回大会 (静岡) において，口頭発表を行っている．

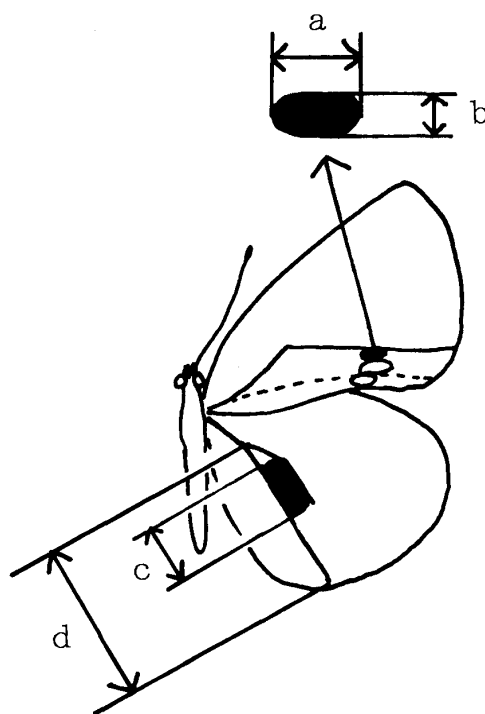



Fig. 1. The measurement of the adult wing patterns. a/b : The coefficient of white spot (c. w). c/d : The degree of white band (d. w).

成虫斑紋の定量分析

材料および方法

フタスジチョウ成虫の斑紋を調べるために，岩手県各産地 51ヵ所 261 個体，北海道各産地 41ヵ所 276 個体の飼育羽化標本をそれぞれ使用した．成虫斑紋の定量分析に用いた測定部位は，右前翅 2 室上側白紋，a/b (以後白紋係数と呼ぶ) ならびに右後翅 2 脈と 3 脈にはさまれた白帯部，c/d (以後白帯度と呼ぶ) の 2ヵ所である (Fig. 1). 白紋係数については，a : b＝0.5 mm : 0.5 mm, 同 1.0 mm : 0.4 mm, 同 1.5 mm : 0.3 mm 以上の場合のみを数量化して表し，それ未満の場合はすべて白紋なし (0 と表示) とした．測定は，ダイヤルノギスを用いて白紋係数ならびに白帯度を 0.1 mm 単位まで測定し，計算値は少数点第 2 位まで求めて有効数字として扱った.

結果および考察

岩手県および北海道産のフタスジチョウの白紋係数ならびに白帯度の出現頻度を比較した結果，岩手県産 261 個体のうち，「白紋係数あり」の個体は合計 23 個体であり，「白紋係数 0」の個体は合計 238 個体であった．また北海道産では 276 個体のうち，それぞれ 233 個体，43 個体であった (Table 1). そのうち，岩手県産からみた場合，「白紋係数あり」の 23 個体のうち，北海道産と重なるものはわずか 5 個体であり，「白紋係数 0」の 238 個体のうち，北海道産と重なるものは 29 個体であった．したがって，今回検討した岩手県産 261 個体のうち，北海道産と重複する個体は合計 34 個体 (13%) となった．すなわち，残りの 227 個体 (87%) が識別可能ということとなった．逆に，北海道産からみた場合，「白紋係数あり」の 233 個体のうち，わずか 12 個体 (5%) が岩手県産に重なるにすぎなかった.

一般的には，岩手県産フタスジチョウの 91% (261 個体中 238 個体) は，前翅 2 室の上側白紋が出現しなかった．また，北海道産では「白紋係数あり」の約半数の個体で，前翅 2 室の上側白紋と下側白紋が連結する傾向がみられた.

Table 1. Comparison of white wing spot and white band of *Neptis rivularis* in Iwate Prefecture and Hokkaido.

The coefficient of white spot (c.w)	The degree of white band (d.w)	Frequency of appearance Iwate	Hokkaido
0	0.20–0.26	37/261	
0	0.27–0.36	201/261	29/276
0	0.37–0.43		14/276
1.07– 3.22	0.21–0.28	18/261	
2.00– 3.25	0.27–0.34		12/276
2.50– 3.00	0.32–0.34	5/261	
3.33–10.25	0.27–0.46		221/276

両産地のうち，白紋係数ならびに白帯度が重複するために識別不能な個体を図示した (Figs 2, 5). また，両形質が重複しない典型的な個体も併せて図示した (Figs 3, 4, 6, 7).

タンパク質分画の定性分析

材料および方法

電気泳動用試料は，飼育羽化直後 (約 8 時間以内) の成虫体液を用いた．成虫の胸部背面側の頭部側から，注射器を用いて 40% ショ糖溶液を体内に注入したのち，すばやく引き抜き，ショ糖液とともに流出する透明な薄黄色の体液を供試した．このとき，消化管などを傷つけないように注意深く行った．

電気泳動は，7.5% ポリアクリルアミドゲル上で約 1.5 時間，各ゲルにつき 1.5 mA ほど流して行った．電極用緩衝液としてはトリス-グリシン緩衝液 (pH 8.3) を用いた．ゲルは 1% CCB 溶液で 30 分間染色し，脱色は 7% 酢酸を用いて行った．実験に使用した個体は 岩手県産が 26 個体，北海道苫小牧市産が 32 個体である．

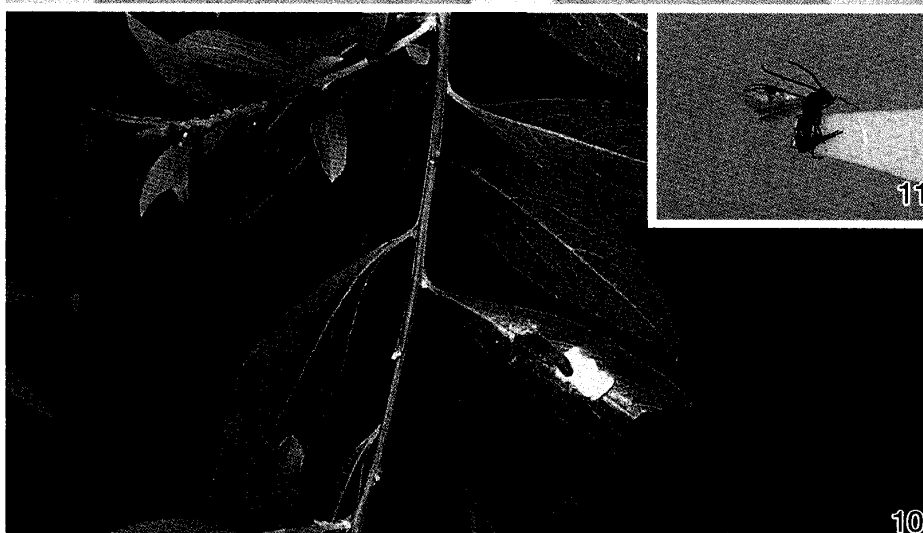
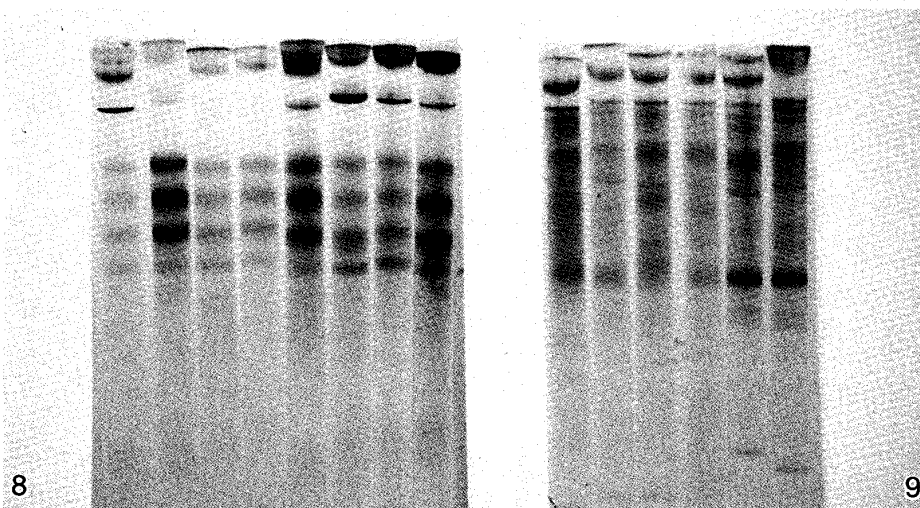
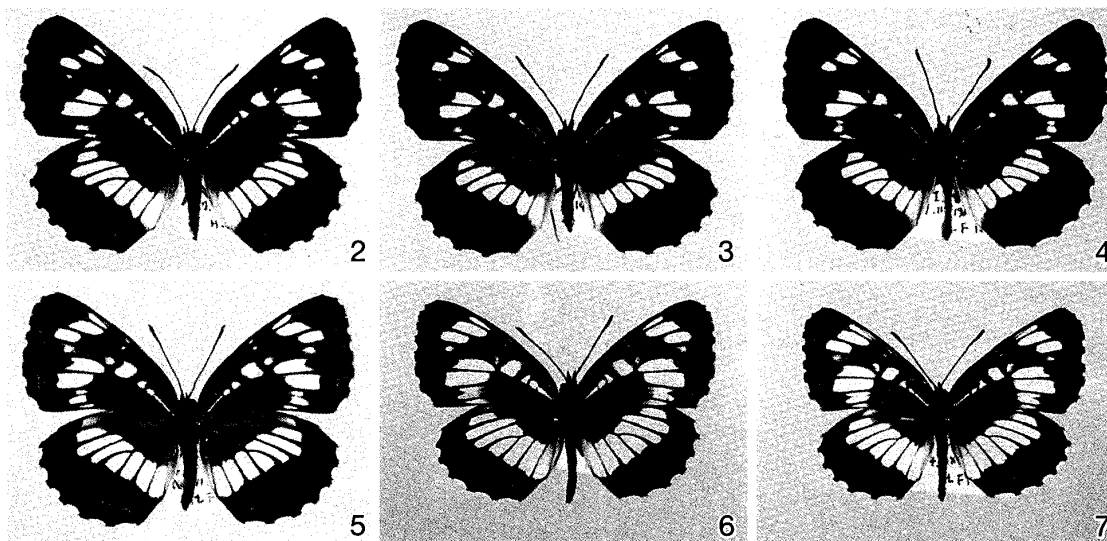
結果および考察

泳動結果は，Figs 8, 9 に示す通りである．岩手県産と北海道産とでは大きな違いが見られた．岩手県産 (Fig. 8) は 4 本の太いバンドが見られ，細かいバンドはほとんど見られなかったのに対し，北海道産 (Fig. 9) は，全体に 6 つのゾーンに分けられる細い多数のバンドが見られた．両産地内では，大きな個体間の差は見られず，安定したパターンが得られた．また，雌雄間の差は見られなかった．Ichinosé & Horiuchi (1985) は，日本産カラスアゲハの石垣島産と東京産において，エステラーゼの電気泳動パターンの相違を報告しているが，フタスジチョウも同様に，岩手県産と北海道産では，全タンパク質の電気泳動パターンに顕著な違いが見られた．

雄交尾器の定性分析

材料および方法

供試材料は，岩手県岩泉町産の 16 個体，北海道南部七飯町産の 16 個体をそれぞれ用いた．検査方法は常法により，標本の胴体部から切り離した腹部末端部より交尾器だけを取り出した．交尾器のうち，右 valva を tegumen-vinculum 部より取り外してスライドグラス上におき，オイキットで封じた．観察には光学顕微鏡を用いて valva の標本を写真撮影した．ここでは valva 末端部の変異に着目し，両産地の valva 末端部の形態的相違について比較を行った (Fig. 12).

2 3 4 5 6 7 8 9 11 10

結果および考察

岩手県ならびに北海道産のフタスジチョウの雄交尾器を比較したところ，tegumen, vinculum, uncus や aedeagus などの形態は比較的変異が少なく，安定していた．しかしながら，valva の形態については，特に末端部に当たる上側突起の形態にある一定の変異が認められた (Table 2)．すなわち，岩手県産 (Figs 13, 14) の valva 末端部の上側突起の長さが長くなり，ロングノーズ状の突起を有していた．しかも，上面と下面のラインは先端部ほど狭くなって，突起全体が三角形状となって下方へ折れ曲がり，湾曲の程度は大きかった．したがって，側面の幅も非常に狭小となる傾向を示した．刺状小突起の数は下面側に多く派生する傾向があった．これに反して，北海道産 (Figs 15, 16) では，長さが比較的短く，上面と下面はほぼ平行するため，側面の幅も広くなっていて，形状はやや四角形状を呈する個体が多かった．上側突起の長さが短いので，突起の下側への湾曲の程度はそれほど大きくはならなかった．刺状小突起は上側面では少なく，側面側で多く見られた．これらの特徴は岩野 (1988) と一致した．

一般的に，ある一つの種内ではその交尾器の形態には変異が認められないのが通説であり，亜種間においても同様と考えられている．しかし，今回の結果から，岩手県産と北海道産のフタスジチョウの雄の valva 末端部の形態の相違は顕著であり，両者を区別することは可能であった．その形態は変異の幅が大きく，安定した形質にはなりにくいという考え (猪又・三浦，1983) もあるが，少なくとも岩手県産と北海道産では，重なりはあるものの，識別可能であった．旧北区および東洋区のミスジチョウ族の解析を表わした Eliot (1969) のモノグラフでは，*Neptis* 属の valva 末端部は種によりその形態が大きく変化して，種を特徴づける主要な形質のようにみえる．フタスジチョウの場合，末端部の変異が亜種間において認められても，あながち違和感はないと考えられる．

生態的知見

岩手県産ならびに北海道産フタスジチョウについて，食餌植物，寄生蜂による幼虫への寄生の有無，成虫の分布拡散程度などの生態に関する相違について調査した．

岩手県産の本来の食餌植物は，アイヅシモツケ (*Spiraea chamaedrifolia*) とイワシモツケ (*S. nipponica*) であり (福田・美ノ谷，1988)，北海道産は，エゾシモツケ (*S. media*)，ホザキシモツケ (*S. salicifolia*)，マルバシモツケ (*S. betulifolia*) であった (福田・美ノ谷，1985)．しかし，両産地とも二次的に植栽されたユキヤナギ (*S. thunbergii*)，コデマリ (*S. cantoniensis*) などへ，食餌植物の拡大が見られた．岩手県産は本来の食餌植物からあまり離れないのに対して，北海道産では，市街地や牧場など本来の食餌植物の自生しない場所のユキヤナギなどから幼虫が発見される場合がしばしば見られた．したがって，岩手県産は本来の食餌植物からの分布拡散の程度は弱く，北海道産は強いということがわかった (Table 3)．つぎに幼虫に対する寄生蜂の選好性について調べたところ，岩手県産では自然条件下および飼育条件下 (500 個体以上) で多数の幼虫を観察したが，コマユバチの出現はまったく見られなかった．これに対し，北海道産は同条件下で，多数の白色の繭を形成するコマユバチの一種 (*Apanteles* sp.) が 4，5 齢幼虫から出現したのを多数観察している (Figs 10, 11)．このことは，北海道

Figs 2–7. *Neptis rivularis* sspp. from Iwate Prefecture and Hokkaido. 2–4. *N. r. shirozui*. 2. Hokkaido type. Iwate Prefecture, Iwaizumi-cho (c. w : 2.50, d. w : 0.32). 3. Typical form. Iwate Prefecture, Iwaizumi-cho (c. w : 0, d. w : 0.20). 4. Typical form. Iwate Prefecture, Niisato-mura (c. w : 1.64, d. w : 0.21). 5–7. *N. r. bergmani*. 5. Iwate type. Hokkaido, Nanae-cho (c. w : 2.69, d. w : 0.32). 6. Typical form. Hokkaido, Chitose-city (c. w : 10.25, d. w. 0.40). 7. Typical form. Hokkaido, Nishiokoppe-mura (c. w : 7.75, d. w : 0.46).

Figs 8–9. Electrophoretic patterns of adult proteins in *Neptis rivularis* of Iwate Prefecture (Fig. 8) and Hokkaido (Fig. 9).

Fig. 10. A fifth instar larva of *Neptis rivularis bergmani* of Hokkaido attacked by a parasitic wasp, *Apanteles* sp. (Toyoura-cho).

Fig. 11. An adult of *Apanteles* sp. which emerged out of white cocoon (Hokkaido, Toyoura-cho).

Upper cucullus
Upper side
Length
Lateral side
Width
Marginal spine
Lower side

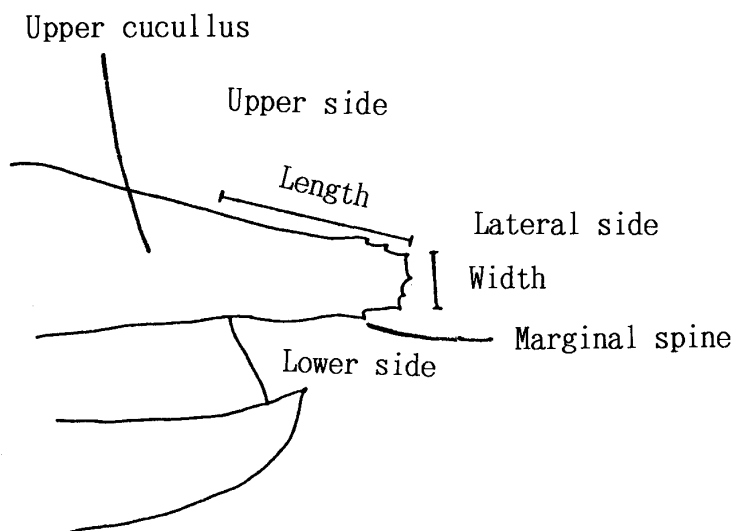
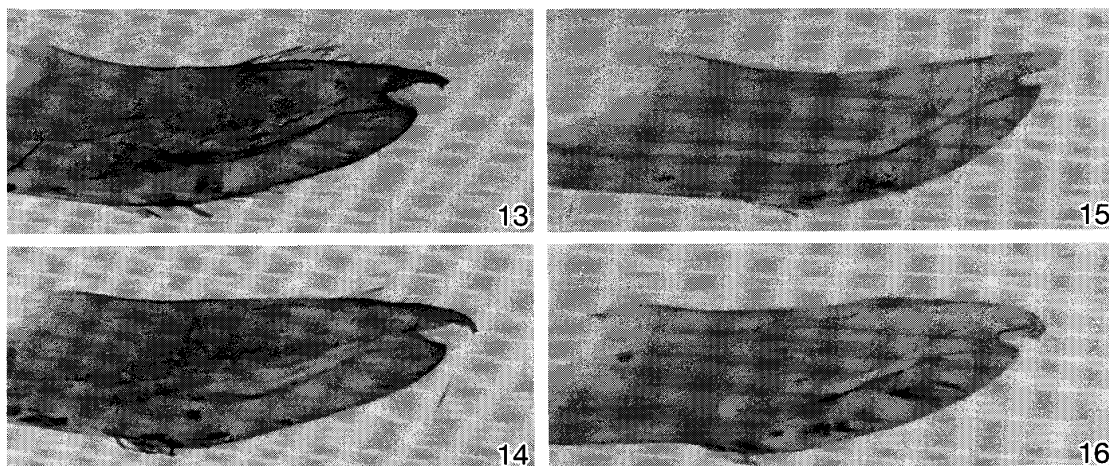



Fig. 12. Apical part of valva in *Neptis rivularis*.

13 15 14 16

Figs 13–16. Valvae of *Neptis rivularis* sspp. in Iwate Prefecture and Hokkaido. 13–14. *N. r. shirozui*. Iwate Prefecture, Iwaizumi-cho. 15–16. *N. r. bergmani*. Hokkaido, Nanae-cho.

産にだけフタスジチョウに寄生するコマユバチが分布し，岩手県にはコマユバチがまったく分布しない可能性も考えられるが，むしろコマユバチなどの寄生者は岩手県を初めとした本州や北海道に普遍的に分布していて，宿主側（フタスジチョウ）の生理的な防御機構が特異的に作用している可能性があることを示唆している．

結 論

成虫斑紋の定量分析，体液中の全タンパク質分画の定性分析，雄交尾器の定性分析，生態的知見などの結果から，岩手県産フタスジチョウは，北海道産とは異なることが明らかとなった．特に全タンパク質の泳動パターンの相違や寄生蜂の有無は，その起源や分布の成立が北海道産とは異なっていることを示唆するものであろう．したがって，フタスジチョウの岩手亜種 (ssp. *shirozui* Okano) は，北海道産が ssp. *bergmani* または ssp. *aino* のどちらで扱われようと，独立した亜種と判断した **(ssp. rev.)**．なお，北海道産の種内変異を含めた亜種帰属に関する詳細な検討については別の機会に譲りたい．

Table 2. No. of individuals divided by characteristics on the tip of valva of *Neptis rivularis* in Iwate Prefecture and Hokkaido.

Part	Characteristic		Iwate (Iwaizumi-cho)	Hokkaido (Nanae-cho)
Upper cucullus	Shape	Trilateral	12	3
		Quadrilateral	4	13
	Length	Long	14	3
		Short	2	13
	Width	Wide	4	14
		Narrow	12	2
	Curvature	Large	13	3
		Small	3	13
Marginal spine	Upper side	Many	3	0
		Few	13	16
	Lateral side	Many	8	13
		Few	8	3
	Lower side	Many	13	3
		Few	3	13

Table 3. Some ecological differences between *Neptis rivularis* in Iwate Prefecture and Hokkaido.

Locality	Food-plant	The degree of the adult spread from original host	Appearance of parasitic wasp, *Apanteles* sp.
Iwate	*Spiraea chamaedrifolia* *S. nipponica*	Weak	Absent
Hokkaido	*S. media* *S. salicifolia* *S. betulifolia*	Strong	Present

謝　辞

タンパク質の定性分析について様々な助言をしていただいた前農林水産省農業環境技術研究所の小池久義氏ならびに東京農工大学の浜野国勝助教授，北海道産幼虫を多数提供していただいた札幌市在住の川田光政氏に対して厚くお礼申し上げる．

文　献

Eliot, J. N., 1969. An analysis of the Eurasian and Australian Neptini (Lepidoptera: Nymphalidae). *Bull. Br. Mus. nat. Hist.* (Ent.) Suppl. **15**: 1-155.
福田晴夫・浜　栄一・葛谷　健・高橋　昭・高橋真弓・田中　蕃・田中　洋・若林守男・渡辺康之，1983. 原色日本蝶類生態図鑑 2. 325 pp. 保育社，大阪.
福田晴男・美ノ谷憲久，1985. 北海道のフタスジチョウ. *Jezoensis* (12): 3-16.
————・————，1988. 岩手県のフタスジチョウ. *Neptis* (1): 11-25, pl. 5.
藤岡知夫，1975. 日本産蝶類大図鑑. 312 pp. 講談社，東京.
————，1981. 改訂増補日本産蝶類大図鑑. 329 pp. 講談社，東京.

Ichinosé, T. and C. Horiuchi, 1985. Allopatric speciation in the *Papilio bianor* complex. *Kontyû* **53**: 233–244.
猪又敏男・三浦秀明, 1983. 日本のフタスジチョウ. 月刊むし (143): 3–12.
岩野秀俊, 1988. 日本産フタスジチョウの雄交尾器の比較検討. *Neptis* (1): 26–30, pl. 2.
川副昭人・若林守男, 1976. 原色日本蝶類図鑑. 422 pp. 保育社, 大阪.
Okano, M., 1954. A new subspecies of *Neptis coenobita* Stoll from Honshu (Lepidoptera, Nymphalidae). *Ann. Rep. Gakugei Fac. Iwate Univ.* **7** (2): 65–66, pl. 1.

Summary

Neptis rivularis shirozui Okano was described for the Iwate Prefecture population in 1954, but it has been united with the subspecies for the Hokkaido–S. Kurile population under *N. r. bergmani* Bryk, 1942 (type locality: Kunashir I.) on the basis of some gradual variation of wing pattern since Fujioka (1975). In this paper, the authors made a comparative study of adult wing patterns, electrophoretic patterns, and male genitalia and also field investigations for the populations of Iwate Prefecture and Hokkaido.

From the analysis of wing pattern, 87% of individuals of Iwate Prefecture could be distinguished from those of Hokkaido by comparing the white spot coefficient of the right forewing (see Fig. 1) and the white band degree of the right hindwings (see Fig. 1). A remarkable difference was observed in electophoretic patterns of proteins of adult butterflies between Iwate Prefecture and Hokkaido. In the male genitalia, a distinctive difference is seen in the shape of the valval tip. Through field investigations, further differences were recognized in their food-plants, presence/absence of parasites (*Apanteles* sp.) and in the degree of the adult dispersal from their original hosts.

The authors concluded that the population of Iwate Prefecture represents an independent subspecies different from the Hokkaido and S. Kurile population, revivifying *N. r. shirozui* Okano (**ssp. rev.**).

(Accepted September 1, 1997)

Published by the Lepidopterological Society of Japan,
5-20, Motoyokoyama 2, Hachioji, Tokyo, 192-0063 Japan